



University of New Mexico



Método multicriterio neutrosófico para la autovaloración del cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental.

Neutrosophic multicriteria method for the self-assessment of shrimp farming in Ecuador: between economic prosperity and environmental damage.

Raúl González Salas [1], Mildre Mercedes Vidal del Río [2], and Matías Gabriel Jaramillo López [3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail:** ua.raulgonzalez@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail:** ua.mildrevidal@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. **E-mail**: matiasjl08@uniandes.edu.ec

Resumen. La industria camaronera en Ecuador ha experimentado un desarrollo vertiginoso en las últimas décadas, constituyendo el primer renglón exportable no petrolero, crecimiento a expensas de un impacto significativo en los ecosistemas de manglares y en las comunidades que dependen de ellos, manifestándose consecuencias ecológicas en la conversión de los ecosistemas naturales para la construcción de estanques de camarón, y efectos como la salinización de los suelos agrícolas, la contaminación de las aguas costeras, e impactos sobre la biodiversidad. Se realizó una investigación de tipo descriptiva y transversal, es por ello que el objetivo de la misma se orienta hacia: aplicar un método multicriterio neutrosófico para la autovaloración del conocimiento de los estudiantes sobre el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental. La investigación se desarrolló bajo los postulados de las ciencias aplicadas a la neutrosofía y como muestra a estudiantes de la carrera de medicina veterinaria de la Universidad Regional Autónoma de los Andes de la sede de Ambato, Ecuador. Los resultados tienen un nivel adecuado de validez. Como principal conclusión de esta investigación es la necesidad abordar nuevas aristas que enriquezcan el conocimiento de los estudiantes sobre esta temática.

Palabras clave: método multicriterio, números neutrosóficos, camarón, impacto ambiental, acuicultura

Summary. The shrimp industry in Ecuador has experienced a vertiginous development in the last decades, constituting the first non-oil exportable line, growth at the expense of a significant impact on mangrove ecosystems and the communities that depend on them, manifesting ecological consequences in the conversion of natural ecosystems for the construction of shrimp ponds, and effects such as salinization of agricultural soils, contamination of coastal waters, and impacts on biodiversity. A descriptive and transversal research was carried out, which is why its objective is oriented towards: applying a neutrosophical multicriteria method for the self-assessment of shrimp farming in Ecuador: between economic prosperity and environmental damage. The research was developed under the postulates of sciences applied to neutrosophy and as a sample, students of veterinary medicine at the Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Ecuador. The results have an adequate level of validity. The main conclusion of this research is the need to address new aspects to enrich the knowledge of students on this subject.

Key words: multicriteria method, neutrosophic numbers, shrimp, environmental impact, aquaculture.

1 Introducción

La acuicultura combina técnicas de cría y recolección de organismos acuáticos con gran éxito en la producción de camarones, y constituye importante fuente de ingresos y generadora de divisas en las regiones donde se practica [1]. Los camarones peneidos son los crustáceos de mayor preferencia en la acuicultura, como lo demuestra la gran expansión del área de tierra que se dedica a la cría de camarones, contribuyendo de manera significativa a los ingresos económicos de la acuicultura entre las diversas especies acuáticas que se cultivan [2].

La cría industrial de camarones se introdujo en el sur de Ecuador en 1968 [3]. Como en otros países costeros

del Sur Global, esta industria fue promovida como una estrategia de desarrollo para integrar las tierras intermareales "inutilizables" y "desocupadas" de Ecuador en la economía global. Los defensores de la acuicultura argumentaron que los ingresos de la comercialización de bienes no tradicionales como el camarón de cultivo podrían poner al país en situación de solvencia financiera y potenciar los recursos económicos en "el camino del crecimiento impulsado por las exportaciones", estrategia que funcionó y colocó al Ecuador al frente de la revolución azul [4]. Ecuador es el mayor productor de camarón blanco del pacífico (Litopenaeus vannamei) en América del Sur y uno de los principales exportadores de camarón de cultivo a nivel mundial. Después del banano, el camarón es el segundo producto de exportación no petrolero más importante del país, convirtiendo a la camaronicultura en una de las actividades económicas más lucrativas [5].

Sin embargo, a pesar del éxito de este sector productivo en Ecuador a escala ampliada, la acuicultura del camarón no ha producido resultados tan positivos para las costas y comunidades rurales, siendo una de las principales impulsoras de la deforestación de manglares a nivel mundial con un 38%. La disminución de estos bosques no solo amenaza la integridad de ecosistemas valiosos, sino que también puede producir impactos perjudiciales en las comunidades que dependen de los manglares, por tanto el crecimiento y el éxito de esta industria se ha producido a expensas de los bosques de manglares del país, [6].

Según Rebolledo [7] los estudios de impacto ambiental han sido escasos, dado el rápido crecimiento de esta actividad con efectos acumulativos y pérdida de biodiversidad, aspecto que ha ejercido presión sobre las comunidades que dependen de los manglares. Los principales impactos incluyen la pérdida de manglares y la transformación de estos ecosistemas y sus cuerpos de agua al recibir efluentes enriquecidos de las camaroneras [7].

1.1 Preliminares

El desarrollo tecnológico de la acuicultura como una industria emergente

La Acuicultura se define como el cultivo de peces, mariscos, moluscos, algas y otros organismos acuáticos en sistemas controlados para satisfacer el consumo humano. Esta práctica tiene una historia milenaria, pero su aplicación moderna se remonta a los años sesenta, cuando se desarrollaron los primeros programas para el cultivo y la comercialización de organismos acuáticos, resultando una actividad cada vez más importante a nivel mundial, ya que contribuye a satisfacer la demanda de productos de origen marino y proporciona empleo y medios de subsistencia a muchas comunidades costeras, [8].

Los ecosistemas costeros y marinos brindan múltiples contribuciones inherentes a la economía azul Tregarot[9], entre estos servicios ecosistémicos vitales se incluyen el secuestro de carbono, la protección costera a la biodiversidad y la eliminación de desechos para las industrias terrestres. Los usos directos de los ambientes marinos y costeros incluyen la extracción de recursos naturales como la pesca de captura y recreativa [10] , la madera y el turismo asociado con los arrecifes de coral. La remoción y/o degradación de estos ecosistemas, ya sea en área o salud, probablemente socavará la provisión de estos servicios y reemplazar estas funciones resultaría extremadamente costoso.

En los últimos 50 años, las aplicaciones de la ciencia y la introducción de nuevas tecnologías en el desarrollo de la acuicultura han promovido su rápido desarrollo. En términos de especies, alimentos, sistemas de producción, enfermedades, productos, estructuras comerciales y comercialización, la acuicultura está más diversificada que otros sectores de la agricultura [2].

Los avances científicos y tecnológicos han beneficiado a casi todas las áreas de la acuicultura, contribuyendo significativamente a la producción de las diversas especies acuáticas. Por ejemplo, las tecnologías reproductivas mejoradas han permitido cerrar los ciclos de vida un gran número de organismos, lo que permite la diversificación de especies en esta rama. El desarrollo del uso de alimentos vivos, incluyendo microalgas, rotíferos, camarones y otros copépodos en criaderos, ha resuelto el gran cuello de botella en el cultivo de algunas especies marinas. La cría selectiva con la ayuda de la genética cuantitativa ha mejorado sustancialmente los rasgos de importancia comercial en más de 60 especies acuícolas, [11-34].

La tecnología de reversión de sexo y los marcadores de ADN asociados con la determinación del sexo han contribuido a la producción de tilapias mono-sexadas, bagre amarillo y camarones de río [12-35]. La filiación molecular ha permitido la selección intrafamiliar en cruces masivos, reduciendo así el peligro de consanguinidad [13-36]. El mapeo de QTL (locus de rasgos cuantitativos) y la selección asistida por marcadores (MAS) han permitido la selección de rasgos, que están determinados por genes únicos y algunos genes principales. Las formulaciones mejoradas de alimentos basadas en los requisitos nutricionales de cada especie de pez han mejorado la tasa de conversión alimenticia (FCR) y han reducido el costo del alimento [14]. Aunque estas primeras innovaciones y muchas otras han contribuido a un crecimiento en la acuicultura, para satisfacer las demandas cada vez mayores de productos del mar por parte de la población, [11-37].

Impacto ambiental y socioeconómico del cultivo de camarón en Ecuador y a nivel mundial

Las primeras explotaciones camaroneras en Ecuador se establecieron en la parte suroeste de la provincia de "El Oro", con una expansión gradual hacia el norte a las provincias de Guayas y Manabí y a mediados de la década de 1980 en Esmeraldas en donde se encuentran los manglares. La gran rentabilidad económica de esta industria motivó a las autoridades gubernamentales del país a otorgar concesiones, lo que permitió a los pequeños y grandes empresarios de la industria camaronera usar ciertas áreas costeras por un período de 10 años, aspecto que por una parte avanzó las actividades de cultivo de camarón, pero en otro sentido propició la deforestación y destrucción del ecosistema de manglar, afectando a su vez los medios de subsistencia de las comunidades locales. A raíz de las protestas de las comunidades locales el gobierno decidió tomar acciones para mitigar consecuencias correlacionadas con la camaronicultura. Así, en 1978 se promulgó una ley para ilegalizar la construcción de estanques para el cultivo de camarones en manglares [15-38].

Según Fortnam [16], la deforestación de los manglares amenaza la integridad de ecosistemas valiosos y esto puede conducir a impactos perjudiciales en comunidades dependientes de estas áreas naturales, constituyendo los bosques de manglares sistemas de soporte vital para aproximadamente 120 millones de habitantes costeros que viven cerca de zonas de manglares en todo el mundo. Las pesquerías en los manglares proporcionan valor nutricional para las comunidades dependientes de este ecosistema, y la comercialización de pescado, mariscos, madera, carbón vegetal, fibras y otros productos proporcionan fuentes esenciales de ingresos para los habitantes de la costa rural. Estos ecosistemas también sustentan necesidades no utilitarias, sirviendo como espacios para la formación de valores sociales, culturales y espirituales.

Un estudio de caso realizado por Treviño y Sandoval [4] analizó los impactos del desarrollo de la acuicultura del camarón en las comunidades vinculadas a los manglares del estuario del río Muisne en el sur de Esmeraldas, Ecuador, para lo cual tomó como zona de estudio la parroquia de Bolívar, por constituir una de las parroquias dentro del cantón Muisne con la mayor área continua de bosques de manglares y a su vez una comunidad donde una gran proporción de la población depende de los recursos que poseen los manglares. Además pudieron constatar que el reemplazo de los bosques de manglares por la construcción de estanques camaroneros afecta los medios de vida locales, si se toma como referencia que el estuario del río Muisne abarcaba un área de 20.098 ha en la década del ochenta y en la actualidad esta zona ha disminuido a 314 ha de bosques de manglar.

Los bosques de manglares intermareales. Un ecosistema dinámico amenazado

Los bosques de manglares intermareales se encuentran a lo largo de las costas tropicales, subtropicales y algunas templadas, a menudo intercalados con elevadas densidades de población humana. Estas áreas naturales brindan importantes servicios ecosistémicos como madera, leña, pescado, protección costera, control de la contaminación y valores culturales para cientos de millones de personas. A su vez, se ha informado el importante papel de los manglares en el secuestro de carbono, investigaciones que los ubican en el punto de mayor atención dentro de la agenda internacional de mitigación y adaptación climática, [17-39].

Al estar ubicados en una zona de creciente densidad de población humana y prioridades conflictivas de gestión costera, los manglares también están muy amenazados en gran parte de su área de distribución por el establecimiento de áreas agrícolas, la acuicultura y por el propio desarrollo urbano, causando gran nivel de deforestación, situación que se torna más agravante por la sobreextracción de recursos y la contaminación. En escalas más amplias, los manglares se ven afectados por procesos a largo plazo, como el aumento relativo del nivel del mar vinculado a las oscilaciones climáticas, con implicaciones importantes para la vulnerabilidad de las poblaciones costeras que dependen de los recursos de los manglares [17].

Los bosques de manglares son uno de los ecosistemas más productivos del mundo y son conocidos por su importancia ecológica, económica y social. La cría de camarones a gran escala amenaza gravemente los ecosistemas de manglares, ya que la productividad de los camarones está correlacionada con los ecosistemas de manglares [18]. Al respecto los investigadores han destacado que simplemente informar las tasas de pérdida total de manglares no es suficiente para priorizar las acciones de conservación, si no hay suficiente conocimiento sobre la calidad y la disposición espacial del hábitat. Aunque la medición de la pérdida de área total es un paso importante para informar establecer las prioridades de conservación, otras métricas del cambio ambiental, como la fragmentación, también son indicadores importantes del hábitat y el estado de los manglares [19].

El cultivo de camarones ha sido ampliamente criticado por el uso excesivo de varios recursos y especialmente de los humedales costeros como sitios de cultivo y por la cantidad de peces silvestres necesarios para hacer que la harina y el aceite de pescado se incluyan en los alimentos para camarones [20]. Los efluentes de los estanques camaroneros y otras instalaciones de producción acuícola también provocan la contaminación de los cuerpos de agua receptores[21-40], concluyó que la mayoría de los impactos ambientales negativos del cultivo de camarones y otros tipos de acuicultura resultan del uso de recursos a nivel de granja y en la adquisición de los recursos mismos (efectos incorporados). También concluyeron que el uso de alimentos esenciales para la producción semi-intensiva

e intensiva era una fuente importante de uso de recursos y la razón principal de la contaminación por efluentes de estanques.

A partir de la sistematización teórica realizada con anterioridad se declara como objetivo de la investigación el siguiente: aplicar un método multicriterio neutrosófico para la autovaloración del conocimiento de los estudiantes sobre el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental.

2 Materiales y métodos

En la presente investigación, de tipo descriptiva y transversal basado en un diseño no experimental, es por ello que los datos se recogen y tabulan los mismos tal y como se obtienen del contexto investigativo. Caso de esta investigación, se presentaron en correspondencia con los criterios emitidos por los estudiantes que forman parte de la muestra. Es por ello que los métodos y técnicas seleccionadas se ajustan a las exigencias de este tipo de diseño y a las características de la investigación descriptiva y transversal. Estos se agrupan en tres niveles que se muestran a continuación.

Teóricos

Analítico-sintético: permitió realizar un estudio acerca de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el método multicriterio neutrosófico para la autovaloración del conocimiento de los estudiantes sobre el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental. Se empleó para la sistematización, generalización los resultados obtenidos.

Inductivo-deductivo: posibilitó hacer inferencias y generalizaciones del trabajo con la bibliografía científica consultada sobre método multicriterio neutrosófico para la autovaloración del conocimiento de los estudiantes sobre el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental.

Empírico

Encuesta: aplicada a estudiantes aniversarios de la carrera de medicina veterinaria de la Universidad Regional Autónoma de los Andes de la sede de Ambato, Ecuador, para conocer su conocimiento respecto a el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental.

Estadísticos y matemáticos

Estadística descriptiva: para procesar los datos empíricos obtenidos y realizar interpretaciones. Se empleó principalmente en: elaboración de tablas y gráficos de barra, cálculo de frecuencia absoluta y relativa

2.1 Población y muestra

En la presente investigación se tiene en cuenta que la neutrosofía es un concepto relativamente nuevo y poco conocido, es posible que no haya una metodología específica para calcular una muestra neutrosófica en el sentido tradicional. Sin embargo, si existen algunos procederes para calcular una muestra aleatoria de una población, a continuación se presenta la forma de proceder en la presente investigación. Criterios asumidos de [22], [23].

Siguiendo lo antes planteado se establece los siguientes aspectos que:

q = proporción de la población de referencia que no presenta la temática en estudio (1 -p).

El nivel de confianza deseado (Z). Indica el grado de confianza que se alcanzará el valor verdadero del parámetro en la población se encuentre en la muestra calculada. La precisión absoluta (d).

Con un nivel de confiaba de 95 a 99%, pues z= [1.898, 1.94], d= [0.05, 0.1] y p = [0.3,0.33], N=30. Sobre los resultados antes obtenidos se tiene que la muestra 10 y 29 sujetos. Es por ello que en la presente investigación se selecciona lo siguiente:

En la presente investigación se seleccionan 15 estudiantes aniversarios de la carrera de medicina veterinaria de la Universidad Regional Autónoma de los Andes de la sede de Ambato, Ecuador. Todos con el tercer año de la carrera aprobado. Además, el 100% dieron el consentimiento para participar en la investigación.

2.2 Método neutrosófico

El método neutrosófico es una teoría desarrollada por el matemático y filósofo rumano Florentin Smarandache en la década de 1990. El mismo se otienta al tratamiento de situaciones en las que la información disponible es incompleta, incierta o contradictoria. Pues se basa además en una ciencia aplicada a la Neutrosofía como los es el marco matemático y lógico para lidiar con la imprecisión, la incertidumbre y la vaguedad en los problemas de toma de decisiones, [22-41].

Al referirse a este método se refiere a la información imprecisa, incierta o vaga presente en un problema. Los conceptos neutrosóficos se representan utilizando tres valores: verdadero (T), falso (F) e indeterminado (I), lo que permite tener en cuenta la imprecisión y la ambigüedad en la información. Aspectos que son rerefrentes importante en la aplicación del método multicriterio neutrosófico para la autovaloración del conocimiento de los estudiantes sobre el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental.

Fase 1: Identificación de los criterios valorativos

Ésta etapa representa al conjunto de criterios especificos para medir el nivel de autovaloración del conocimiento de los estudiantes de la carrera de medicina veterinaria de la UNIANDES, sede Amabto. Donde desde unas pesrpectiva de enfoque multicriterio se representa de la forma siguiente: [24], [25], [26].

C= $\{c_1,,, c_n\}$; n ≥2 criterios para medir de autovaloración del conocimiento de los estudiantes de la carrera de medicina veterinaria de la UNIANDES, sede Amabto.

Fase 2: Determinación de los pesos a tener en cuenta

En esta etapa se determinan los pesos asociados al nivel de autovaloración del conocimiento de los estudiantes de la carrera de medicina veterinaria de la UNIANDES, sede Amabto, donde es representado matemataticamente de la forma siguiente:

E = $\{e_1,,, e_n\}$; n ≥2 Donde E representa el peso de los especialitas que forman parte de la investigación

Fase 3: Resultados de la autovaloración del conocimiento de los estudiantes

En esta etapa se presentan los resultados obtenidos de la autovaloración del conocimiento de los estudiantes a cada uno de los aspectos seleccionados. Los cuales se presentarán en el apartado siguiente de esta investigación.

3 Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la investigación luego de su tabulación y Neutrosofición. Los mismos se presentan en correspondencia a cada uno de las fases del método empleado.

Fase 1: Identificación de los criterios valorativos

Tabla 1. Criterios valorativos a tener en cuenta por los estudiantes

Número	Criterio valorativo
C1	Conocimiento sobre las definiciones conceptuales de cultivo de camarón, prosperidad económica y el daño ambiental
C2	Conocimiento sobre el cultivo de camarón en el Ecuador
C3	Conocimiento sobre prosperidad económica basado en la industria del camarón
C4	Conocimiento sobre los efectos hacia daño ambiental el mal manejo del cultivo de camarón

Fase 2: Determinación de los pesos a tener en cuenta

En ésta fase se le atribuyeron los pesos correspondientes en dependencia de la valoración de los estudiantes seleccionados en la investigación. Se realizó una consulta a 15 de ellos. En la tabla 2 se muestran los resutados de su agrupamiento.

Tabla 2. Pesos de los antributos empleados

Número	Valoración del criterio W
C1	[1,0.15,0.10]
C2	[1,0.15,0.10]
C3	[0.91,0.15,0.24]
C4	[0.85,0.25,0.25]

Fase 3: Resultados de la autovaloración del conocimiento de los estudiantes

Sobre la base de los criterios emitidos por los estudiantes en la consuta realizada, así como de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de los criterios definidos. Se realizó e proceso de agrupamiento para la toma de desiciones. Cuyos resultados se visuaizan en la tabla 3.

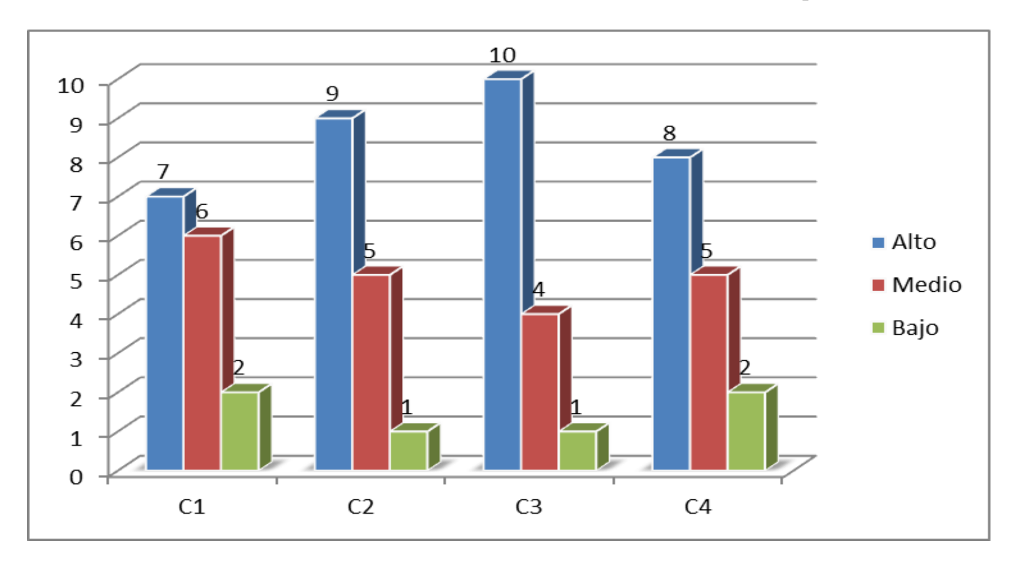
Tabla 3. Resutados de la toma de decisiones.

Criterios	Pesos	Preferencias	Ri (T,I,F)
C1	[1,0.15,0.10]	[1,0.10,0.15]	[0,1,0.015,0.15]
C2	[1,0.15,0.10]	[0.90,0.15,0.25]	[0.90,0.15,0.25]
C3	[0.91,0.15,0.24]	[0.91,0.15,0.24]	[0.80,0.25,0.24]
C4	[0.85,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.80,0.25,0.25]

Resultados de la estadística descriptiva



Gráfico 1. Resultados de cada uno de los tres niveles contenidos en la encuesta por criterio auto-valorado



Tal y como se muestran los resultados en el gráfico 1, se evidencia con los estudiantes que forman parte de la muestra de la investigación, tienen un adecuado conocimiento. Pues en su mayoría valoraron los dos criterios más alto que contenían las opciones de respuestas (alto y medio). Solo una minoría seleccionó la de bajo. Cuestión que ratifican que son positivos los resultados obtenidos.

4 Discusión

Es un hecho que se deben realizar mejoras en materia de sustentabilidad en lo referente a la producción del camarón, razón por la cual los investigadores y las organizaciones han respondido con recomendaciones y opciones para la creación de una industria sostenible de granjas camaroneras, la lista incluye medidas para reducir la deforestación de manglares y mejorar la regeneración; medidas para reducir el impacto ambiental de las prácticas de las camaroneras; normas de certificación para promover la cría sostenible de camarones; cambios en la gobernanza y gestión y medidas para mejorar la situación de las comunidades locales [27].

En las zonas costeras tropicales y subtropicales, la acuicultura se ha relacionado con la pérdida de manglares, llegando a reportarse hasta el 38% a nivel mundial por esta causa, principalmente atribuida al cultivo de camarón [17]. Los bosques de manglares intactos proporcionan valiosas funciones y servicios ecosistémicos para el sostenimiento de la biodiversidad y se encuentran principalmente en zonas intermareales a lo largo de las costas, las mismas áreas que son utilizadas en mayor proporción para la acuicultura del camarón. Si bien en los últimos años la acuicultura ya no es la única actividad económica que influye en la pérdida de manglares en el sudeste asiático, existe una presión continua sobre estos ecosistemas costeros. Una solución que se ha propuesto para equilibrar la protección de los manglares con la producción acuícola es la acuicultura integrada de manglares (IMA), [9].

Según [6], los sistemas IMA son una forma de acuicultura extensiva de camarón, que dependen del intercambio

de agua de las mareas y normalmente producen diversas especies de camarón nativo Penaeus monodon, cultivados en gran parte del sudeste asiático. Los sistemas IMA producen bajos rendimientos de camarón por hectárea, particularmente cuando se compara con sistemas intensivos que dependen de alimentos y agua aireada para apoyar mayores niveles de productividad, es por esta razón que estos sistemas suelen ser uno de los dos diseños básicos recomendados para las zonas de manglares, con diversas modalidades de cultivos, que pueden ser: (a) dentro de los estanques, ya sea en hileras o en una masa central en medio del estanque; o (b) directamente adyacente a los estanques o en los terraplenes de los estanques. Ambos tipos de sistemas suelen tener cierta conectividad. a los intercambios de mareas si se ubican en áreas costeras.

Según Macusi [6] las experiencias obtenidas en referencia al cultivo de camarón en los principales países productores a nivel latinoamericano y mundial, donde esta actividad es uno de los primeros rubros económicos, permite reflexionar en términos de las lecciones aprendidas acerca de los impactos ambientales y socioeconómicos del cultivo de esta especie, y plantear las siguientes recomendaciones:

a) Teniendo en cuenta el potencial económico que representa la actividad acuícola del camarón para las comunidades que la realizan, se debe delinear el uso de la zona costera y las áreas de amortiguamiento claramente planificadas, y se debe educar e informar a los operadores de estanques camaroneros sobre la propiedad de la tierra y el alquiler o arrendamiento del gobierno local, reforzando las acciones de las instituciones encargadas del Medio Ambiente y del Ministerio de la Agricultura para monitorear las áreas protegidas.
b) El gobierno debe extender esfuerzos continuos a los piscicultores organizados, especialmente en términos de monitoreo de enfermedades y de la calidad del agua, para prevenir la propagación de enfermedades y eventuales pérdidas económicas.
c) El desarrollo y las inversiones en criaderos, viveros y laboratorios debe fomentarse entre las empresas participantes, además de las iniciativas impulsadas por cada gobierno.
d) No se debe permitir la cría de camarones en tierras donde representaría una gran amenaza para los cultivos agrícolas, zonas de manglares, el turismo o las áreas recreativas; todas las partes interesadas deben observar una zonificación costera adecuada; y se deben eliminar las áreas de acuicultura no planificadas y sin permiso gubernamental.
e) La alimentación, el uso de fertilizantes y de productos químicos debe aplicarse solo en las proporciones recomendadas para evitar el desperdicio de alimento y la contaminación química del agua, cultivos agrícolas y fuentes fluviales aledañas.
f) Se deben observar acciones para garantizar la inocuidad de los alimentos, trazabilidad y mejores prácticas de manejo de las granjas camaroneras, estableciéndose redes sólidas entre organizaciones de investigación, gobiernos locales y universidades, así como ONG, a través de foros y servicios de extensión, para mejorar el conocimiento, la prevención de enfermedades y la sostenibilidad en la producción del camarón.

Los bosques de manglares intermareales son un ecosistema dinámico que experimenta cambios rápidos en la extensión y la calidad del hábitat a lo largo de la historia geológica, aspectos que han estado relacionados con el aumento del nivel del mar, el clima, la contaminación, amenazas antropogénicas, la extracción excesiva y la conversión a la acuicultura y la agricultura. Todos los factores mencionados permiten expresar que el futuro de los manglares es incierto a pesar de la disminución en la última década de la tasa de deforestación; se están abriendo nuevas fronteras de deforestación, particularmente en el Sudeste Asiático y África Occidental, aun existiendo las políticas internacionales de conservación y los ambiciosos objetivos globales para la rehabilitación. Además, los procesos geológicos y climáticos, como el incremento del nivel del mar, que fueron importantes a lo largo de la historia geológica, seguirán influyendo en la distribución mundial de los manglares en el futuro, por esta razón se insiste en brindar recomendaciones para replantear su conservación [17].

En cuanto a las pérdidas de manglares a nivel mundial se han estimado valores anuales de 0,16% entre 2000 y 2012, mostrando América del Sur las tasas más bajas de deforestación en comparación con América del Norte y Central, África y Asia. En Ecuador, hay un estimado de 161.000 hectáreas de manglares [28].

Los esfuerzos de conservación de los manglares en el Ecuador se basaron, originalmente, en la emisión de leyes y políticas y la creación de áreas protegidas gubernamentales. En 1999 se creó un nuevo mecanismo que reconocía los derechos y usos tradicionales de las comunidades que habitaban estos ecosistemas o que dependían de sus recursos para su supervivencia: Los Acuerdos de Custodia y Aprovechamiento Sostenible de los Manglares (AUSCM), [29].

Estudios realizados por Dudink, [30] concluyen que las medidas efectivas para mitigar los problemas ecológicos y sociales relacionados con cultivo de camarón en Ecuador se han deducido de las soluciones sostenibles propuestas e investigación a su eficacia y éxito. Custodias y áreas protegidas con restauración de los manglares por parte de las comunidades locales han demostrado tener éxito en la restauración de los manglares. En el futuro,

se debe prestar atención a una legislación reforzada y cumplimiento de la prohibición de la destrucción de los manglares. Coincidiendo con Henriksson [31] quienes platearon que el monitoreo de los manglares ha demostrado ser una acción necesaria. Además, se debe brindar apoyo financiero y capacitación tanto a los camaroneros agricultores y comunidades locales para lograr una industria camaronera en armonía con el ambiente.

La certificación de granjas camaroneras se ha vuelto popular y el mercado de camarones certificados está creciendo. Los acuicultores que deseen participar en la certificación de camarones deben estar dispuestos a modificar sus prácticas de producción si es necesario para cumplir con los estándares de certificación. Estos estándares son muchos y la mayoría de ellos están vagamente relacionados con el uso de los recursos. Una evaluación reciente referida por Davis y Boyd [32] evidenció poca diferencia en el desempeño real de las granjas certificadas por el Aquaculture Stewardship Council y las granjas no certificadas con respecto al uso de la tierra, el agua, la energía y los peces silvestres. Esto sugiere que los programas de certificación deberían prestar más atención a la eficiencia con la que se utilizan los recursos en la producción de camarón (Naylor et al., 2021).

La tala del manglar para la construcción de los estanques camaroneros es el impacto más importante, pero durante el proceso de cultivo del camarón se generan otros impactos ambientales, como los vertidos (biocidas, fertilizantes, antibióticos) que se liberan a los esteros y mar sin ningún tratamiento. La provincia de El Oro es la segunda con mayor extensión de camaroneras del país, con una superficie estimada de 35.576,6 hectáreas, lo que representa el 19,05% de su territorio. Las concesiones camaroneras se superponen al manglar que se encuentra bajo Acuerdos de Uso Sostenible y Custodia, en 333.3 hectáreas, es decir, el 2.3% del área con AUSCM [33].

La solución de salmuera de las granjas costeras de sal solar o las sales minerales granulares se pueden agregar a los estanques de agua dulce en las áreas del interior para aumentar la salinidad lo suficiente como para permitir la producción de L. vannamei. El cultivo tierra adentro de baja salinidad actualmente no produce una gran cantidad de camarones, y el área dedicada a ellos es bastante pequeña y desconocida. Sin embargo, la práctica puede causar salinización, y algunos países han prohibido la cría de camarones en aguas interiores. La producción de cultivo de camarón tierra adentro de baja salinidad está incluida en los datos de producción de camarón de la FAO, pero no está separada de la producción de camarón en las áreas costeras [15].

Conclusiones

La industria de la camaronicultura en Ecuador ha causado importantes problemas ambientales, a la vez que constituye un importante rubro económico. La construcción de estanques en los manglares ha resultado en deforestación, pérdida de biodiversidad y ha ejercido presión sobre las comunidades que dependen de los manglares. Se han propuesto medidas para mitigar estos problemas, pero aún no se ha analizado claramente su eficacia y éxito.

La custodia comunal de áreas específicas de manglares ha demostrado ser más exitosa en la conservación de manglares, junto con áreas protegidas establecidas por el Estado. Además, la reforestación de los manglares por parte de las comunidades locales ha sido fundamental en la regeneración de estos ecosistemas costeros.

El multicriterio neutrosófico para la autovaloración aplicado, demustra que los estudiantes que forman parte de la investigación poseen un adecudo conocimiento sobre el cultivo de camarón en Ecuador: entre la prosperidad económica y el daño ambiental.

References

[1] J Ibarra-Gámez, M Rubio-García,. R Sánchez-Díaz,. R Casillas-Hernández, & D Martínez-Ibarra. Identification techniques to prevent the current emerging disease hepatopancreatic microsporidiosis in white shrimp Penaeus vannamei: an overview. Latin American Journal of Aquatic Research, 51(1), 1-11, 2023

[2] FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture; Food and Agriculture Organization: Rome, Italy, 2020. Available in: https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229, 2020

[3] S Latorre, K.N Farrell. The Disruption of Ancestral peoples in Ecuador's mangrove ecosystem: class and ethnic differentiation within a changing political context. Lat. Am. Caribb. Ethnic Stud. 9 (3), 293–317, 2014

[4] M Treviño, & P. J Murillo-Sandoval. Uneven consequences: Gendered impacts of shrimp aquaculture development on mangrove dependent communities. Ocean & Coastal Management, 210, 105688, 2021

[5] A. S Pedrazzani, N Cozer, M. H Quintiliano, C. P Tavares, S dos, da Silva, U. de A. T., & A Ostrensky. Non-Invasive Methods for Assessing the Welfare of Farmed White-Leg Shrimp (Penaeus vannamei). Animals, 13(5), 807. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/ani13050807, 2023

[6] E. D Macusi, D. E. P Estor, E. Q Borazon, M. B Clapano, & M. D Santos. Environmental and Socioeconomic Impacts of Shrimp Farming in the Philippines: A Critical Analysis Using PRISMA. Sustainability, 14(5), 2977. https://doi.org/10.3390/su14052977, 2022

[7] E.M Rebolledo y E Quiroga. Farmed shrimp aquaculture in coastal wetlands of Latin America — A review of environmental issues., Marine Pollution Bulletin, Volume 183, 113956, 2022

[8] DD Mizuta, HE Froehlich, , JR Wilson. The changing role and definitions of aquaculture for environmental purposes. Rev Aquac.; 15(1): 130- 141, 2023

[9] E Trégarot, & P Failler. Adequacy of ecosystem services assessment tools and approaches to current policy needs and gaps in the European Union Overseas entities. One Ecosystem, 6, e74170, 2021

[10] C Ullman, M Rhodes, T Hanson, D Cline, & D. A Davis. Effects of four different feeding techniques on the pond culture of Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei. Journal of the World Aquaculture Society, 50(1), 54-64, 2019
[11] K Yue, & Y Shen. An overview of disruptive technologies for aquaculture. Aquaculture and Fisheries, 7(2), 111-120, 2022
[12] T Levy, O Rosen, B Eilam, D Azulay, I Zohar, E. D Aflalo, A Sagi. All-female monosex culture in the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii–A comparative large-scale field study. Aquaculture, 479, 857-862, 2017
[13] P Xu, L David, P Martínez, & G. H Yue. Genetic dissection of important traits in aquaculture: Genome-scale tools development, trait localization and regulatory mechanism exploration. Frontiers in Genetics, 11, 642, 2020
[14] A. G Tacon, & M Metian. Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23(1), 1-10, 2015
[15] C. E Boyd, R. P Davis, & A. A McNevin. Perspectives on the mangrove conundrum, land use, and benefits of yield intensification in farmed shrimp production: A review. Journal of the World Aquaculture Society, 53(1), 8-46, 2022
[16] M Fortnam, K Brown, T Chaigneau, B Crona, T.M Daw, D Gonçalves, C Hicks, M Revmatas, C Sandbrook,., B Schulte-Herbruggen. The gendered nature of ecosystem services. Ecol. Econ. 159, 312–325, 2019
[17] D. A Friess, K Rogers, C. E Lovelock, K. W Krauss, S. E Hamilton, S. Y Lee, R Lucas, J Primavera, A Rajkaran, S Shi. The state of the world's mangrove forests: past, present, and future. Annual Review of Environment and Resources, 44, 89-115, 2019
[18] P Krishnapriya, P Bijith, y S Sandeep. Características fisicoquímicas de estanques camaroneros en ecosistemas de manglares en el distrito de Kannur de Kerala, India. Ecología y manejo de humedales, 1-10, 2023
[19] D. N Brown, R. M Connolly, D. R Richards, F Adame, D. A Friess, C. J Brown. Global trends in mangrove forest fragmentation. Scientific reports, 10(1), 7117, 2020
[20] R. L Naylor, R. W Hardy, A. H Buschmann, S. R Bush, L Cao, D. H Klinger, D. Little, C, J Lubchenco, S. E Shumway, & M Troell. A 20 year retrospective review of global aquaculture. Nature 591, 551– 563, 2021
[21] C. E Boyd, R. P Davis, & A. A. McNevin. Comparison of resource use for farmed shrimp in Ecuador, India, Indonesia, Thailand, and Vietnam. Aquaculture, Fish and Fisheries, 1(1), 3-15, 2021
[22] M. Leyva, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018
[23] F. Smarandache, A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic, *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
[24] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
[25] F María, Cueva M, Damaris K. Huera V, Nicol·s A. Sotomayor J. Método neutrosófico para evaluar las principales infecciones gastrointestinales en niños menores de 5 años. Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 25, 2023
[26] M. L. V·zquez, and F. Smarandache, *NeutrosofÌa: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018
[27] E. R Monsalve, & E Quiroga. Farmed shrimp aquaculture in coastal wetlands of Latin America—A review of environmental issues. Marine Pollution Bulletin, 113956, 2022
[28] A Rodríguez, B. I Jurrius. Efectividad de Manejo de Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia de Manglar en la provincia de El Oro. Martha Molina Moreira (Comp.) Primer Congreso Manglares de América, Guayaquil, Ecuador, 2019
[29] R Castro. Determinación de la cobertura vegetal/uso actual del suelo y las dinámicas de cambio (2010- 2018) en las áreas protegidas marinas costeras mediante la utilización de imágenes satelitales. Molina Moreira, N. & Galvis, F. (Comp). Primer Congreso Manglares de América. UniversidadEspíritu Santo. Samborondón-Ecuador, 2019
[30] R. D Dudink. Feasible practices to enhance the sustainability of shrimp farming in Ecuador (Master's thesis), 2022
[31] P. J. G., Henriksson, L. K Banks, S. K Suri, T. Y Pratiwi, N. A Fatan, & M Troell. Indonesian aquaculture futures—identifying interventions for reducing environmental impacts. Environmental Research Letters, 14(12), 124062, 2019
[32] R. P Davis, & C. E Boyd. A comparison of the technical efficiency of Aquaculture Stewardship Council certified shrimp farms to non-certified farms. Current Research in Environmental Sustainability 3, 100069, 2021
[33] F López-Rodríguez. Manglar en Ecuador: Estrategias de Conservación y Manejo. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.95572, 2021
[34] Estupiñan Ricardo, J., Romero Fernández, A. J., & Leyva Vázquez, M. Y. ¨Presencia de la investigación científica en los problemas sociales post pandemia¨. Conrado, vol 18 núm 86, pp 258-267, 2022. http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v18n86/1990-8644-rc-18-86-258.pdf
[35] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M. Y., Marcial Coello, C. R., & Figueroa Colin, S. E. ¨Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica¨. Conrado, vol 17 núm 82, pp 337-343, 2021. http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v17n82/1990-8644-rc-17-82-337.pdf
[36] Ramos Sánchez, R. E., Ramos Solorzano, R. X., & Estupiñán Ricardo, J. ¨La transformación de los objetivos de desarrollo sostenible desde una dinámica prospectiva y operativa de la Carrera de Derecho en Uniandes en época de incertidumbre¨. Conrado, vol 17 núm 81, pp 153-162, 2021. http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v17n81/1990-8644-rc-17-81-153.pdf
[37] Falcón, V. V., Quinapanta, M. D. R. A., Villacís, M. M. Y., & Ricardo, J. E. ¨Medición del capital intelectual: Caso hotelero¨. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2019.
[38] Leyva Vázquez, M. Y., Viteri Moya, J. R., Estupiñán Ricardo, J., & Hernández Cevallos, R. E. ¨Diagnosis of the challenges of post-pandemic scientific research in Ecuador¨. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores, vol 9 núm (spe1), 2021. https://www.scielo.org.mx/pdf/dilemas/v9nspe1/2007-7890-dilemas-9-spe1-00053.pdf
[39] Gómez, G. A. Á., Vázquez, M. Y. L., & Ricardo, J. E. ¨Application of Neutrosophy to the Analysis of Open Government, its Implementation and Contribution to the Ecuadorian Judicial System¨. Neutrosophic Sets and Systems, vol 52, pp 215-224, 2022.

[40] Estupiñán Ricardo, J., Martínez Vásquez, Á. B., Acosta Herrera, R. A., Villacrés Álvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernández, N. ¨Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje¨. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2018. https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/321/808

[41] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Gómez, S. D. Á., Manzanet, J. E. A., Velázquez-Soto, O. E., & Rodríguez-Guzmán, A. A. ¨La aplicación de la neutrosofía en las ciencias médicas: una revisión bibliográfica narrativa¨. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol 34, 2023.

Recibido: Septiembre 25, 2023. **Aceptado:** Octubre 17, 2023